Жигалов Кирилл Юрьевич

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОБОЧИН АВТОСТРАД В ПЕРИОД ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

В статье говорится об использовании современных разработок для целей решения вопросов автоматизации мониторинга состояния обочин автодорог с намерением выявления необходимости их ремонта. Основное внимание в статье уделено вопросам автоматизации описанного выше процесса на стадии производства полевых работ для оптимизации необходимых аппаратных ресурсов хранилищ информации и экономии времени. В результате применения технологии автоматизации мониторинга состояния обочин время, затрачиваемое на обследование состояния обочин автострад, сокращается примерно в пять раз. Кроме того, предложенный алгоритм может повышать эффективность управления процессами ремонта и строительства автодорог.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2013/10/17.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2013. № 10 (77). С. 62-65. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2013/10/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 528
Технические науки

В статье говорится об использовании современных разработок для целей решения вопросов автоматизации мониторинга состояния обочин автодорог с намерением выявления необходимости их ремонта. Основное внимание в статье уделено вопросам автоматизации описанного выше процесса на стадии производства полевых работ для оптимизации необходимых аппаратных ресурсов хранилищ информации и экономии времени. В результате применения технологии автоматизации мониторинга состояния обочин время, затрачиваемое на обследование состояния обочин автострад, сокращается примерно в пять раз. Кроме того, предложенный алгоритм может повышать эффективность управления процессами ремонта и строительства автодорог.

Ключевые слова и фразы: мониторинг обочин; лазерное сканирование; геоинформационные системы (ГИС) для мониторинга обочин дорог; автоматизация мониторинга; применение ГИС.

Жигалов Кирилл Юрьевич, к.т.н.
Институт проблем управления Российской академии наук
kshakalov@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОБОЧИН АВТОСТРАД В ПЕРИОД ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ©

В данный момент для решения задач мониторинга обочин автодорог используются следующие приборы:
- рулетка;
- фотоаппарат;
- автоматизированные автодорожные комплексы (автомобиль с установленным на него фото- и видеооборудованием и измерительными приборами. Они фиксируют состояние обочин, а дальнейшая обработка производится в камеральных условиях ручным способом).

Сами работы представляют собой следующее: аварийные места на обочинах отмечаются в поле на бумажных планах и сориентированы в пространстве зачастую «на глаз». Объемы деформации обочин определяются также «на глаз». Связано это с тем, что обычно протяженность дорог большая, а времени на работу в поле не так много. Следует также отметить, что крайне затруднительно проводить такие работы по обычной технологии в дождь и темное время суток. У каждой точки деформации обочины необходимо останавливаться и производить «ручное» измерение. Кроме того, из салона автомобиля видно далеко не всю обочину.

В итоге, можно сказать, что стандартные методы имеют существенные недостатки:
- занимают продолжительное время;
- ограничены временем суток и погодными условиями (снег, сильный дождь);
- требуют физического присутствия человека непосредственно в районе проведения работ;
- носят преимущественно субъективный характер о повреждениях и объемах ремонта.

Для снижения влияния описанных выше недостатков можно использовать современное оборудование, такое как лазерный сканер. Для проведения работ сканер устанавливается на автомобиль.

Сам сканер крепится на специальных рейлингах на крыше (данные рейлинги позволяют смещать ось сканера относительно оси движения автомобиля до 2-3 метров, что дает возможность «заглядывать» за отбойники на дороге), вместе с ним крепится и модуль GPS/ГЛОНАСС приемника (модуль закрепляется на крышку сканера), компьютер и дисковый массив для данных монтируются внутри автомобиля [5].

На компьютер устанавливается программный комплекс «Талка-ГИС» разработки Института проблем управления Российской академии наук (далее по тексту – ГИС). Используя функции программного обеспечения (ПО), подготавливается опорная (эталонная) подложка. Для подготовки подложки могут быть использованы следующие материалы:
- цифровая модель рельефа;
- данные аэрофотосъемки (АФС);
- данные космической съемки;
- векторные и растровые планы.

Эти данные могут использоваться как совместно, так и по отдельности друг от друга. После загрузки эталонных данных их необходимо сориентировать по геопространственным координатам. Для выполнения задачи обычно используются опорные точки на местности, эти точки должны присутствовать и быть хорошо различимы как на местности, так и на подготавливающихся материалах. На местности определение координат опорных точек производится путем измерений с помощью GPS/ГЛОНАСС-приемников. Далее эти координаты сопоставляются с опорными точками на материале в ПО. Пересчет всего материала производится программным комплексом в автоматическом режиме. По завершении пересчета материал готов для дальнейшей работы.

© Жигалов К. Ю., 2013

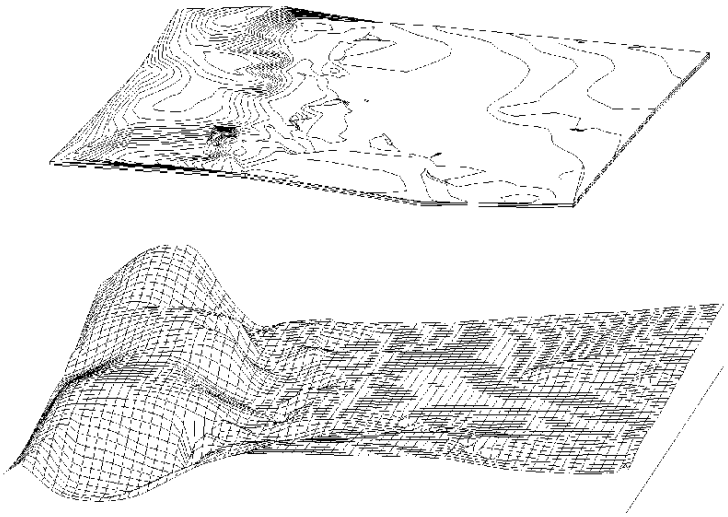

Рис. 1. *Пример цифровой модели рельефа*

Сканер позиционируется с помощью геодезического приемника GPS/ГЛОНАСС и начальных ориентиров на местности, присутствующих и на загруженном плане трассы. Геопозиционирование сканера на местности позволяет передавать уже привязанные географически данные непосредственно в ГИС [4].

Одним из важнейших вопросов при проведении работ является точность получения и отображения пространственных данных.

При проведении работ, в данном случае, на точность полученных данных будут влиять следующие факторы:

- точность получения координат точек окружающих поверхностей сканером (при движении автомобиля со скоростью до 40 км/ч) – 2,5 мм;
- точность определения пространственных координат сканера посредством GPS-приемника (при движении автомобиля со скоростью до 40 км/час) – 2 мм;
- помехи от движения автомобиля (влияние колебаний подвески на неровностях).

Опытным путем установлено, что за исключением сильных неровностей, ошибки, вносимые в определение координат сканирующим комплексом, лежат на уровне 0,5-1 мм. Большие «выпадания» точек из основного массива, вызванные попаданием автомобиля в ямы, в данном случае не учитываются и удаляются из массива автоматически с помощью математического отсеивания.

Исходя из этого, можно сказать, что точность определения координат повреждений будет суммой описанных выше погрешностей и соответствовать 5,5 мм на плане. Точность отображения моделей самих повреждений полотна будет определяться точностью сканера и величинами помех, возникающих при движении автомобиля, и не превышает 3,5 мм. Учитывая вид работ, для которых выполняются данные измерения, эти ошибки являются несущественными.

Сканер передает данные в виде «облака» точек, имеющих относительную систему координат (система координат со сканером в начале координатных осей), при их попадании в ГИС требуется пересчет координат в реальном времени [1]. Для решения вопроса геопозиционирования «облака точек» со сканера в системе координат ГИС используется первичная привязка сканера или посредством «опорных точек» на местности (это сопоставление хорошо читающихся точек, присутствующих и на плане, и на первичном облаке точек), или посредством GPS/ГЛОНАСС-приемников, с помощью которых определяют опорные точки на местности, в этом случае для корректировки координат точек во время движения автомобиля используется все тот же GPS/ГЛОНАСС [2]. Для каждой опорной точки из облака с относительными координатами R и геопространственными координатами r, полученными посредством GPS/ГЛОНАСС-приемников, используя преобразованные формулы трансформирования, составляем уравнения поправок v_i:

$v_X = \Delta X_O - Z_r\,\omega_Y + Y_r\,\omega_Z + X_r\,m - (X_R - X_r)$,

$v_Y = \Delta Y_O + Z_r\,\omega_X - X_r\,\omega_Z + Y_r\,m - (Y_R - Y_r)$,

$v_Z = \Delta Z_O - Y_r\,\omega_X + X_r\,\omega_Y + Z_r\,m - (Z_R - Z_r)$.

Здесь семь неизвестных, образующих вектор:

$\boldsymbol{\tau} = (\Delta X_O, \Delta Y_O, \Delta Z_O, \omega_X, \omega_Y, \omega_Z, m)^T$.

Чтобы его найти, нужны координаты в 2-х системах минимум для 3-х пунктов. Исходя из чего, будем иметь матричное уравнение поправок:

$\mathbf{v} = \mathbf{A\,t - L}$,

где A – матрица, содержащая коэффициенты, стоящие перед искомыми параметрами трансформирования в уравнениях поправок v_i, L – вектор разности координат в общеземной и местной системах.

Пусть P – весовая матрица поправок v. Решая задачу по методу наименьших квадратов (МНК), находим параметры $\mathbf{t} = (\mathbf{A}^T\mathbf{PA})^{-1}\mathbf{A}^T\mathbf{PL}$.

Вычитаем координаты некоторого опорного пункта А из соответствующих координат других опорных пунктов и получаем уравнения поправок следующего вида:

$v_{Xi} = -(Z_{ri} - Z_{rA})w_Y + (Y_{ri} - Y_{rA})w_Z + (X_{ri} - X_{rA})m - [(X_{Ri} - X_{ri}) - (X_{RA} - X_{rA})]$,

$v_{Yi} = +(Z_{ri} - Z_{rA})w_X - (X_{ri} - X_{rA})w_Z + (Y_{ri} - Y_{rA})m - [(Y_{Ri} - Y_{ri}) - (Y_{RA} - Y_{rA})]$,

$v_{Zi} = -(Y_{ri} - Y_{rA})w_X + (X_{ri} - X_{rA})w_Y + (Z_{ri} - Z_{rA})m - [(Z_{Ri} - Z_{ri}) - (Z_{RA} - Z_{rA})]$.

Решив эти уравнения по МНК, определим вектор искомых параметров $\mathbf{e} = (w_X, w_Y, w_Z, m)^T$.

Следует отметить, что описанный выше процесс пересчета реализован в автоматическом режиме в ПО «Талка-ГИС». И оператору нет необходимости производить математические действия и вносить результаты вычислений вручную. Все, что требуется от оператора, это правильно расставить точки, импортированные из GPS/ГЛОНАСС-приемника на подложке.

Рис. 2. *Нефильтрованное облако точек*

Для оптимизации процесса первичной обработки данных сразу за пересчетом системы координат выполняется «фильтрация облака точек». Во время фильтрации из облака точек исключаются точки, отвечающие следующим правилам:

- если расстояние от соседних точек превышает двойную погрешность сканера;
- точки, лежащие вне обочин дороги (полотно автострады, строения, автомобили);
- точки, лежащие в плоскости обочины дороги.

В итоге, облако точек оставляет в себе примерно 20% от изначального объёма, а оператор на экране имеет только облака точек, характеризующих повреждение обочин. Следует также отметить, что облака точек, характеризующие повреждения, будут точно геопозиционированы в ГИС на плане местности [6].

На последнем этапе работы проходят в камеральных условиях. Данная технология позволяет проводить камеральные работы на любом расстоянии от места проведения процедуры мониторинга, т.к. данные могут быть переданы через Интернет, что сокращает время получения готового результата заказчиком. По завершении всех работ ПО может автоматически рассчитать необходимый объём стройматериалов, исходя из требований СНиП [3]. Заказчик получает векторную карту с помеченными местами повреждений и объемами необходимых материалов.

Таким образом, на выходе будет векторный план обочин дороги, содержащий:

1. Контуры повреждений.
2. Текстовые характеристики покрытия, вносятся оператором или перед началом производства работ (в случае, если все покрытие однородное), либо во время производства работ (если покрытие претерпевает изменения).
3. Информацию о характере повреждений.

Описанная выше ГИС-технология имеет следующие отличительные особенности:

1. Работы могут производиться в любое время суток.
2. Построение плана происходит в режиме реального времени, в автоматическом режиме.

3. Конечные данные имеют точное геопространственное позиционирование мест повреждения обочины дороги.

4. Объёмы повреждений сразу фиксируются в ГИС.

Новая технология позволяет проводить работы быстрее, что дает возможность приступить к необходимому ремонту в кратчайшие сроки.

Следует также отметить, что описанная выше технология может применяться и при ремонте/строительстве дорожного покрытия для целей оперативного мониторинга и, как следствие, повышения эффективности управления следующими процессами: контроль качества, контроль сроков работ, контроль распределения ресурсов.

Список литературы

1. **Крутиков Д., Барабанщикова Н.** Моделирует лазерный сканер // ТехНАДЗОР. 2010. № 3. С. 70-71.
2. **Середович В. А., Комиссаров А. В., Комиссаров Д. В., Широкова Т. А.** Наземное лазерное сканирование. Новосибирск: СГГА, 2009. 261 с.
3. **Строительные нормы и правила. Автомобильные дороги. СНиП 3.06.03-85** / ГОССТРОЙ СССР. М., 1989.
4. **Bernardini F., Rushmeier H.** The 3D Model Acquisition Pipeline // Computer Graphics Forum. 2002. Vol. 21. № 2. P. 149-172.
5. **http://www.optech.ca** (дата обращения: 23.06.2013).
6. **Matthias Dorn et al.** Landmark Detection by a Rotary Laser Scanner for Autonomous Robot Navigation in Sewer Pipes // The Second International Conference on Mechatronics and Information Technology. Jecheon (Korea), 2003. P. 600-604.

GEOINFORMATION SYSTEMS USE FOR MOTORWAY ROADSIDES STATE MONITORING AUTOMATIZATION DURING THEIR OPERATION IN ORDER TO REVEAL REPAIR NECESSITY

Zhigalov Kirill Yur'evich, Ph. D. in Technical Sciences
Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences
kshakalov@mail.ru

The author tells about modern products use for motorway roadsides state monitoring automatization problems solution in order to reveal repair necessity. Special attention is paid to the described above process automatization questions at the stage of field works execution for information banks necessary hardware resources optimization and time saving. As a result of roadsides state monitoring automatization technology use time spent for motorway roadsides state inspection is five times less. Besides the suggested algorithm can improve the efficiency of highways repair and construction processes control.

Key words and phrases: roadsides monitoring; laser scanning; geoinformation systems for roadsides monitoring; monitoring automatization; geoinformation systems use.

УДК 008
Культурология

В данной статье рассматривается проблема возрождения Астраханского казачества. Целью исследования является изучение этапов его истории, а также связи с культурной и духовной жизнью других российских сообществ казачества. Показана роль выдающихся казаков России. Представлены особенности быта, культуры и традиций астраханских казаков.

Ключевые слова и фразы: казаки; казачье сословие; Донское казачество; Терское казачество; Кубанское казачество; Астраханское казачество; казачьи войска.

Закутнов Олег Игоревич, к.и.н.
Астраханский государственный университет
zakutnov-oleg@mail.ru

АСТРАХАНСКОЕ КАЗАЧЕСТВО КАК ЧАСТЬ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ РОССИИ©

Культура казачьего сословия Волжского понизовья в XVI-XX веках являлась составной частью культуры российского народа и была неразрывно связана с культурой Донского, Терского, Кубанского и других казачеств государства российского.

Начиная с середины XVI столетия, казачество играло в истории России значительную роль. Задача казачества заключалась не только в поддержании военной мощи, но и в колонизации края. Несмотря на кастовость казачьего сословия, в казачьих поселениях проживали «иногородние», люди неправославной веры. Но для всех находились разнообразные занятия на пользу общества. Казаки четко определяли себя в системе государственного устройства и с гордостью, передаваемой из поколения в поколение, называли себя

© Закутнов О. И., 2013